

文章编号:1671-251X(2022)S1-0126-04

供配电智能化在老石旦选煤厂的应用实践

赵常辛

(国家能源集团乌海能源有限责任公司 老石旦煤矿, 内蒙古 乌海 016000)

摘要:针对供配电智能化建设需求,老石旦选煤厂对原有供配电系统进行了技术和智能化升级改造。2019 年技术改造中,基于原有供配电系统数据信息量少、智能化程度低等问题,主要围绕高低压柜及变压器、高压变频器技术要求及高低压后台系统的数据化、可视化进行改造,实现了供配电技术人员实时了解供配电系统的核心参数及能耗指标。2021 年智能化升级改造中,主要围绕提高低压供配电的远程操控能力、安全可追溯、电气设备自检和故障诊断进行改造预防,从而实现减人提效、安全节能目标。

关键词:选煤厂智能化;供配电智能化;高低压柜;后台监控;智能停送电;巡检机器人

中图分类号:TD611 文献标志码:A

Application practice of intelligent power supply and distribution in Laoshidan Coal Preparation Plant

ZHAO Changxin

(Laoshidan Coal Mine, CHN Energy Wuhai Energy Co., Ltd., Wuhai 016000, China)

0 引言

随着科技进步,选煤厂供配电系统智能化成为发展趋势,同时为满足现代选煤生产系统超大处理能力及设备大型化需求,对供配电系统的数据化、智能化提出了更高的安全操控要求,对供配电系统的电能消耗、电气设备的安全运行、监测监控、安全操作可追溯有明确的指标要求。针对供配电智能化建设需求,老石旦选煤厂对原有供配电系统进行了技术和智能化升级改造,并取得一定成效。

1 改造前供配电系统状况

老石旦选煤厂现有 5 所变(配)电室,分别是主厂房一楼配电室、主厂房二楼配电室、精煤场配电室、上转载站配电室、排矸车间配电室。改造前供配电系统电气参数只能在各个配电室现场观看,检修维护操作也是现场完成,且是 1 人操作 1 人监视。电气设备运行状况在集控室仅有回路开合状态显示,电能计量通过电度表累计统计,功率因数通过电容补偿柜定量投切,缺少系统谐波、漏电参数监控,外围的 3 个配电室供配电设施陈旧,部分综保时有误动作情况发生,电气设备本身状况预知预防缺乏,

现场电气技术人员少、工作量大,系统安全等级低。

2 2019 年供配电系统技术改造内容

2019 年改造范围为主厂房,主要围绕高低压柜及变压器、高压变频器技术要求及高低压系统的数据化、可视化展开。

2.1 高压柜技术要求

(1) 采用国内一流产品,并且需具有 3C 认证。

(2) 采用微机保护装置进行保护,微机保护采用深圳中电 PMC651 列产品。

(3) “五防”以机械五防为主,辅以软件及多人统一按停送电操作步骤、按软件随机密码操作及确认操作模式实现防误送电;增加接地开关位置行程开关,位置状态接点串入断路器合分闸回路形成电气闭锁,增强接地刀处于合规状态及送电的安全可靠性;高压柜进线底部加程序控制锁。

(4) 开关柜内装设防凝露加热器,由柜外开关控制加热器投入或切除,开关柜内必须加设温控器自动投切。柜后门与开关有机闭锁装置,进线柜和母联还应与母线有电磁闭锁装置。

(5) 主厂房变电所高压进线开关柜分别设 9 点温度检测,测温状态上传至高压后台系统显示;高压

收稿日期:2022-04-01;责任编辑:王晖。

作者简介:赵常辛(1976—),男,宁夏银川人,工程师,主要研究方向为智能化供电,E-mail:20013445@chnenergy.com.cn。

进线开关柜选用深圳中电 iMeter7 智能电表,要求能采集、捕捉高压电动机启动、变压器送电、故障时的电压电流波形,正常运行时电流要求采样点数为毫秒级,并将上述波形传至后台,后台可显示、查询,并能为后期分析故障、预诊断提供基础数据。

(6) 所有高压柜设置智能操控装置,操控装置可测控、调节高压柜内温、湿度,显示各高压断路器和接地开关运行状态、故障显示及故障报警,并将状态和报警信息上传至高压后台。电流表、电压表等选用数字式。

2.2 高压微机综保及后台监控系统技术要求

(1) 保护装置功能要求:微机保护采用深圳中电电力技术股份有限公司 PMC651 系列产品,带有 RS485 通信接口和 ModBus 通信协议。

(2) 线路保护装置(PMC-651F):电流速断保护、定时限或反时限过电流保护、零序过流保护、过负荷保护、过电压保护、低电压(失压)保护、零序过电压保护(绝缘监测)、TV 断线检测、控制回路监视等。

(3) 变压器保护装置(PMC-651T):电流速断保护、定时限或反时限过电流保护、零序过流保护、过负荷保护、过电压保护、低电压(失压)保护、零序过电压保护(绝缘监测)、电流不平衡保护、非电量保护、TV 断线检测、控制回路监视等。

(4) PT 保护测控装置(PMC-651V):具有 PT 低电压保护、过电压保护及 PT 断线告警、保护等。

(5) 电动机保护装置(PMC-651M):电流速断保护、定时限或反时限过电流保护、零序过流保护、过负荷保护、过电压保护、低电压(失压)保护、零序过电压保护(绝缘监测)、电流不平衡保护、TV 断线检测、控制回路监视、电动机专用保护(负荷丢失/缺相/启动时间过长/堵转/过热)等。

(6) 高压微机保护装置同时具有三相电压、三相电流、有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、频率测量功能;双向有功电能、双向无功电能的计量功能;谐波分析、事件记录、故障录波功能。

(7) 后台界面具有高压系统停送电操作控制功能和软件指令操作方式防误送电,实现后台高压系统画面上进行断路器分、合闸,并显示其状态信息及主要电流、功率因数等参数、显示接地开关的运行状态;实现故障预警及故障信息语音报警。断路器遥控分合及小电流接地试跳,保护功能压板的投/退、定值修改及定值区的切换;显示故障类型和可打印电流电压报表及曲线、显示报警信息和可打印电流电压报表及曲线,并将直流屏、高压微机综保、高压变频器数据及信息上传至高压后台。

(8) 高压进线柜中 iMeter7 智能电表的所有高速跟踪检测的动态信息及数据报表及波形,后台可显示并可上传,待后期故障数学模型及故障类型判据、专家系统建立后,便能实现主要高压用电设备的智能化运行和故障预诊断;并具有检测谐波、三相电压、电流、有功功率、无功功率、视在功率、频率、电能日、周、月、季、半年、年累计计量、分时计费等功能;系统故障和变压器送电时电压、电流波形录制,要求采样点数不小于 512 点/周波(共 20 周波),连续录波条数不小于 7 条(持续时间 2.8 s);高压电动机启动时电压、电流波形录制,要求采样点数不小于 64 点/周波(共 160 周波),连续录波条数不小于 7 条(持续时间 22.4 s);因智能电表内存有限(2 GB),上传速度需满足要求,能及时将记录的波形数据上传至硬盘,硬盘容量需满足可存储 1 a 的波形数据。

(9) 画面显示:所有开关柜综合保护装置的数据通过工控机的显示器显示各种信息画面,显示内容包括各线路的电流、母线电压、频率、有功功率、无功功率及功率因数;全部设备的位置状态、变位信息、保护设备动作及复归信息、直流系统及所用电气系统的信息,各测量值的实时数据、各种告警信息、微机监控系统的状态信息;高压变频器的数据通过工控机的显示器显示各种信息画面,显示内容包括高压变频器的工作状态、电压、电流及工作频率;要求采用全中文显示。

2.3 低压后台监控系统技术要求

(1) 后台分画面显示低压系统图,重点集中显示低压进线柜、变频器柜、软启动柜、大功率电动机系统图,并在图面显示上述进出线回路实时运行电压、电流及功率因数。

(2) 后台列表分画面显示所有低压进、出线回路、电动机出线回路运行电压、电流、漏电电流、有功功率、无功功率、功率因数、故障类型显示及报警,可打印故障电流、报表及曲线等;有功电量、无功电量(日、月、年)并形成报表。

(3) 选择性监控变压器室、电容器柜、软启动柜等设备的排风扇,监测 3 台变压器二次封闭母线拐弯处的接头部温度;可监测>55 kW 电动机的温度及震动,并能够统计>55 kW 电动机的累计工作时间及空载运行时间,根据管理需要实时显示或弹窗提醒。

(4) 具有低压出线回路选择性漏电保护,对故障回路、非故障回路零序电流、高阻接地柜中性线回路电流、电压实时监视。建立故障类型电工数学模型,利用计算机科学运算与比较鉴别,实现单相接地故障的准确判断。

(5) 增设低压主母线桥、低压进线断路器母线及开关触点进行温度检测。对变压器、移相变压器、电容器柜进行温度检测和控制,并将温度及状态信息上传至低压后台。

(6) 具有大容量(≥ 90 kW)电动机的动态监测功能,母线上设置 2 块高端电表,要求采集不同段母线电动机的启动及故障时的电压、电流波形采集功能(一次最大电流高达 4 000 A);系统故障波形录制,要求采样点数不小于 512 点/周波(共 20 周波),连续录波条数不小于 7 条(持续时间 2.8 s);低压电动机启动时电压、电流波形录制,要求采样点数不小于 64 点/周波(共 160 周波),连续录波条数不小于 7 条(持续时间 22.4 s);因智能电表内存有限(2 GB),及时将记录的波形数据上传至硬盘,硬盘容量需满足存储 1 a 的波形数据;将记录波形数据上传至低压后台,后台能显示和查阅波形;谐波检测、电压、电流、有功功率、无功功率、视在功率、频率等检测功能。

3 2021 年供配电系统智能升级改造内容

(1) 选煤厂各级配电室监控数据上传至集控中心;在集控中心设 1 套供电监控系统,设置服务器、工程师站和操作员站,实现对主厂房一楼配电室、主厂房二楼配电室、精煤场配电室、上转载站配电室、排矸车间配电室高、低压供电设备的监控,具备数据上传、为第三方提供全部数据及监控功能,实现四遥功能和故障音响报警,监测数据实时上传至集控中心及第三方监控平台,并将实时数据上传至巡检人员的手持终端。

(2) 在主厂房二楼配电室、精煤场配电室、上转载站配电室、排矸车间配电室增设通信管理机,实现数据交互,对高、低压配电柜实现四遥功能,并实现将数据上传至供电监控系统,能实时显示和故障报警。

(3) 在主厂房一楼配电室、主厂房二楼配电室、精煤场配电室、上转载站配电室、排矸车间配电室增设 PLC 分站,低压配电柜断路器增设电动操作机构,停送电指令经 PLC 控制系统下发至低压配电柜断路器的电动操作机构,并与供电监控系统联动,实现远程停送电功能。

(4) 在主厂房一楼配电室、上转载站配电室、排矸车间配电室增设 3 台轨道式巡检机器人,在主厂房二楼配电室、精煤场配电室增设固定摄像头接入视频监控系统,并配合停送电软件进行停送电设备的精确监视和动态显示。

(5) 对上述 5 所配电室增设智能门禁系统

(5 套),对出入口通道进行管制。

(6) 依据老石旦选煤厂停送电管理要求,开发智能停送电管理软件和智能停送电管理 APP,完成停送电流程的线上审批和全过程管理,达到停送电过程全程安全监控目的。

(7) 供电监控系统需要将数据上传到矿井综合智能一体化生产监控平台,实现数据交互。

4 智能停送电监控系统设计

智能停送电监控系统硬件设计采取“集中管理、分散控制”方式,软件采用积木式结构,分为集中控制层和现场监控层 2 层,如图 1 所示。可以分级设置控制权限,控制权顺序为现场控制层、集中控制层。

4.1 集中控制层

(1) 集中控制层位于集控中心,设置服务器、工程师站和操作员站,实现对选煤厂各级配电室实时监控及电力调度功能。

(2) 能自动分析相关数据并提供趋势曲线、报警数据、运行日志等,供决策者使用。

(3) 为矿井综合智能一体化生产监控平台提供标准的、开放的数据库接口,实现与其他系统的数据共享。

(4) 集中控制层和现场控制层之间利用矿方已建成的工业环网进行数据交互。

4.2 现场控制层

(1) 现场控制层对选煤厂各级配电室低压配电柜参数进行实时监控,实现对配电柜的四遥功能。

(2) 现场控制层包括 PLC 监控分站和现场通信管理机,向下可接受配电柜微机综保的输入输出信息,采集设备的运行参数、运行信号;向上可接受上级供电监控系统的控制命令,同时上传现场的实时信息,对现场执行机构实现逻辑控制。

(3) 在各配电室增设 PLC 监控分站,低压配电柜断路器增设电动操作机构,与电力监控系统联动,实现远程智能停送电。

(4) 在各配电室安设巡检机器人,实现停送电设备的精确监视和动态显示。

(5) 对选煤厂 5 所配电室增设智能门禁系统,对进入配电室的人员自动进行人脸识别,保证停送电操作人身份信息自动记录到系统中。

(6) 在各配电室搭建无线局域网。

(7) 在主厂房一楼配电室和精煤配电室加装大屏显示终端,可以显示配电一次系统图、相关设备实时数据等。

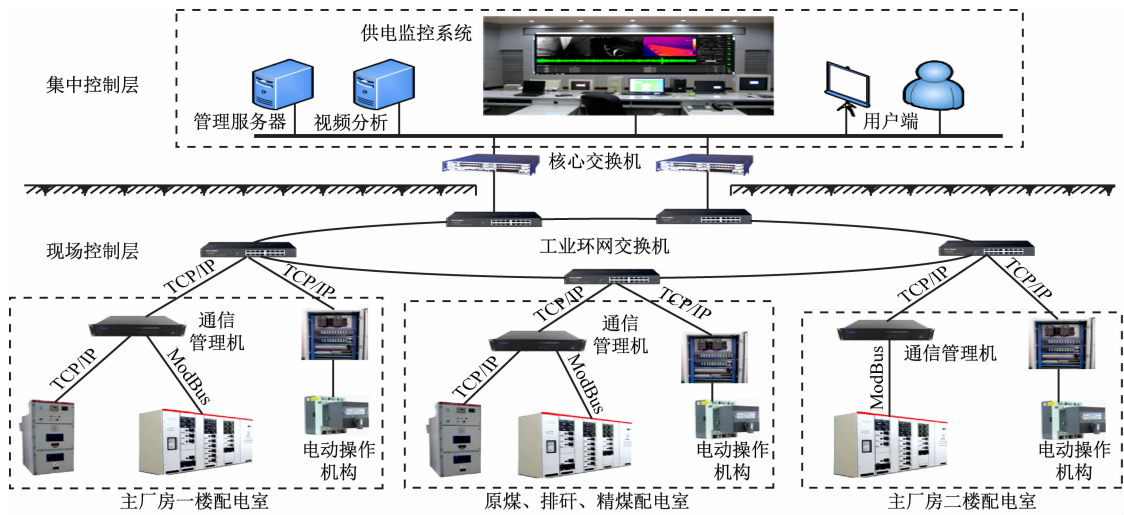


图 1 智能停送电监控系统架构

5 微机五防系统功能

- (1) 能反映变电站一次设备的工作状态,具有对位功能和相应告警显示功能。
- (2) 可进行五防模拟操作。在模拟操作时,微机五防系统检验操作步骤是否正确。错误操作时,发出语音信号,并可咨询正确操作步骤,防止各种误操作的产生。
- (3) 自动存储正确的操作步骤,并可把正确的操作步骤输出并存储到电脑钥匙中,同时打印操作步骤。
- (4) 电脑钥匙要求操作人员按步骤解锁,对于违反五防规定或与操作步骤不符的操作,实现强制闭锁,通过其内部固化的闭锁逻辑来判断错误操作的类型,并以语音提示及液晶显示方式警告操作人员,同时指出正确的操作项目。
- (5) 智能解锁功能。电脑钥匙能够记录(随时或追忆)操作人员在现场倒闸操作的情况,包括操作开始时间、结束时间,已完成的和未执行的倒闸操作,未遂的误操作等,并可备份为文件或打印成册。操作全过程中均有五防术语语音提示,指导运行人员正常操作,使操作简单直观。

(6) 五防工作站应能与变电站计算机监控系统通信或直接与站控层网络连接,微机五防系统与变电站计算机监控系统应能相互校验执行站内的五防操作;微机五防系统与变电站计算机监控系统应能在其中之一系统故障的情况下,独立执行站内的五防操作。

6 巡检机器人功能

- (1) 巡检机器人按照沿固定工字钢轨道自行走运行方式进行设计,有利于机器人长时间、长距离运

行要求。

- (2) 具有自主避障功能。如前方有物体或人员可自动停车和报警显示。
- (3) 本体搭载高清拾音器及高分贝(≥ 120 dB)扬声器,可实现机器人本体与远程控制站之间的全双工通话。
- (4) 本体搭载烟雾探测传感器,检测配电室环境中烟雾浓度,实现超限预警功能。
- (5) 本体搭载高清摄像机,实现配电柜实时运行状态的高清视频采集。
- (6) 本体搭载红外热像仪,可对视野范围内的配电柜提供红外热成像并显示报警,实时对机器人运行过程中出现在监控画面所有的设备进行温度检测,自动识别画面中最高温度位置及温度值,通过对该极限温度数值判读分析,及时发现设备故障前期产生的发热现象,为配电柜安全运行提供支持。
- (7) 采用滑触式供电,持续供电,对行走距离无限制。

7 结语

老石旦选煤厂供配电系统技术及智能升级改造,除高压系统未实现智能停送电外,其余功能及指标基本实现 T/CCT005. 1—2020《智能化选煤厂建设 通用技术规范》智能供配电技术要求。目前,系统正在进一步的调试及完善中。

参考文献:

[1] 樊荣. 煤矿供电监控系统及其发展趋势[J]. 工矿自动化, 2010, 36(8): 30-34.
[2] 党伟超, 史云龙, 白尚旺, 等. 基于条件变分自编码器的井下配电室巡检行为检测[J]. 工矿自动化, 2021, 47(12): 98-105.